

Critérios de predição do estado nutricional, adubação e calagem em frutíferas tropicais

Prof. Dr. William Natale

Colaboradores: Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane – Unesp/Registro

Prof. Dr. Léon Etienne Parent – Universidade Laval/Canadá

Profa. Dra. Sílvia Helena Modenese G. Silva – Unesp/Registro

A agricultura é, em última análise, a exploração racional da capacidade fotossintética dos vegetais. Assim, todos os fatores que afetam o processo de fotossíntese interferem no potencial produtivo das culturas.



Dentre os fatores de produção podem-se destacar:

- 1. Incontroláveis** no ambiente (luz, temperatura, etc.)
- 2. Parcialmente controláveis** (água, solo, etc.)
- 3. Controláveis** (espécie vegetal, cultivar e manejo da cultura).

Nosso tema abrange o solo (nutrição, calagem e adubação) e a planta (frutíferas).

Com relação à espécie vegetal, é importante destacar os aspectos particulares das plantas frutíferas, os quais interferem sobremaneira no manejo a ser empregado no pomar.

As informações sobre os efeitos da calagem e da adubação no estado nutricional e no desenvolvimento das plantas frutíferas são relativamente escassas na literatura, embora haja amplo reconhecimento científico e técnico sobre a importância da correção da acidez do solo e do uso de fertilizantes, em especial nas áreas tropicais.



É compreensível, porém, que as plantas perenes não reajam à calagem e à adubação da mesma maneira que as culturas anuais. As razões são muitas, variadas e bem conhecidas, podendo-se destacar:

As **raízes** das plantas perenes, como as frutíferas, **exploram um grande volume de solo**, que aumenta com a idade das plantas e, conhece-se muito pouco sobre as reservas nutricionais das camadas de solo mais profundas.



Goiabeira

Tabela 1. Coeficientes de correlação entre as concentrações de cálcio e de magnésio no solo na camada de 0–20 cm da entrelinha e linha do pomar e, os teores foliares de Ca e Mg nas goiabeiras, nos diferentes anos de cultivo (os valores são médias de quatro repetições em cada ano)

Nutriente no solo	Nutriente na folha									
	2001		2002		2003		2004		2005	
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
Ca (L)	0,91*		0,99**		0,95*		ns		ns	
Ca (E)	0,94*		0,96**		0,99*		0,97*		0,93*	
Mg (L)		ns		0,79*		ns		ns		ns
Mg (E)		ns		0,92*		0,97*		0,81*		0,84*

E: entrelinha do pomar, L: linha de plantio das goiabeiras.

**, * e ns Significativo $p < 0,01$, $p < 0,05$ e não-significativo, respectivamente.

A **planta perene como um todo** (raízes, ramos, tronco e folhas) constitui um imenso reservatório de nutrientes. Em função disso, a árvore não demonstra, de modo imediato, as carências nutricionais do meio no qual está se desenvolvendo (**ciclagem**) e **reage mais lentamente à aplicação de insumos**.



As **podas** constantes, a que são geralmente submetidas as plantas frutíferas, complicam o problema da calagem e da adubação. Restringindo-se o desenvolvimento vegetativo prejudica-se a exteriorização dos resultados que se pode obter em consequência da melhor nutrição da planta. Entretanto, em muitos casos, a poda é imprescindível, pois, é importante lembrar que a “**fome de luz**” é tão prejudicial quanto a “**fome de nutrientes**”.



Poda
→
Goiabeira



Poda
→
Mangueira



Alta Demanda de Nutrientes

- **Parte Vegetativa (Poda)**
- **Exportação (Frutos)**



Efeito dos Nutrientes na Qualidade dos Frutos

- ✓ Aparência
- ✓ Cor
- ✓ Sabor
- ✓ Tamanho
- ✓ Aroma
- ✓ Pós-colheita
- ✓ Resistência a Pragas e Doenças



Durante muito tempo, algumas frutíferas, em especial aquelas nativas das áreas tropicais, como a goiabeira e a caramboleira, foram consideradas plantas rústicas, razão pela qual se pensava que seu desenvolvimento era independente das condições edafoclimáticas, como se pensa hoje, ainda, das pastagens.



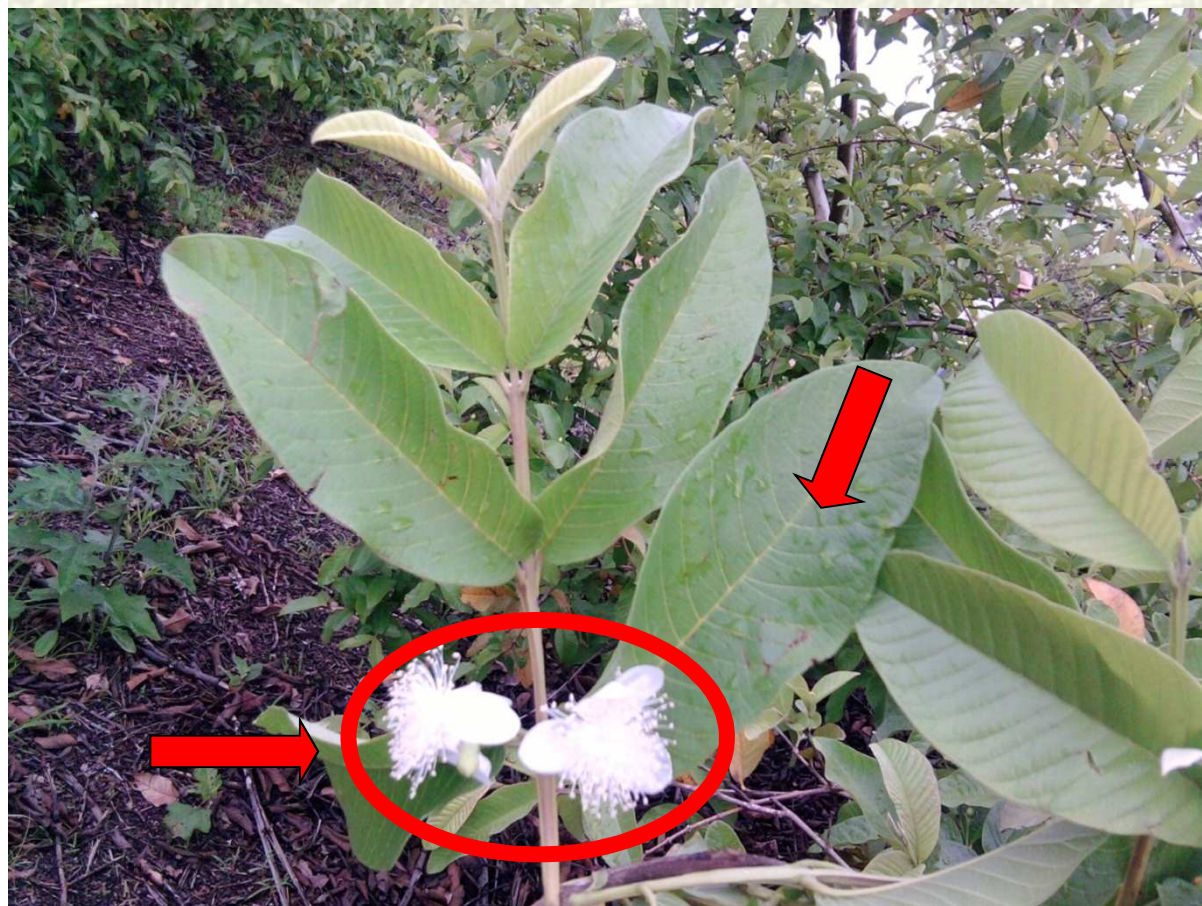
Porém, não é possível imaginar que um solo possa ser explorado indefinidamente por uma cultura, sem que se faça restituição de nutrientes ou correção da acidez. Mesmo assim, devido às características das plantas frutíferas perenes, as dificuldades de experimentação com essas culturas desencorajam pesquisadores e pesquisas.



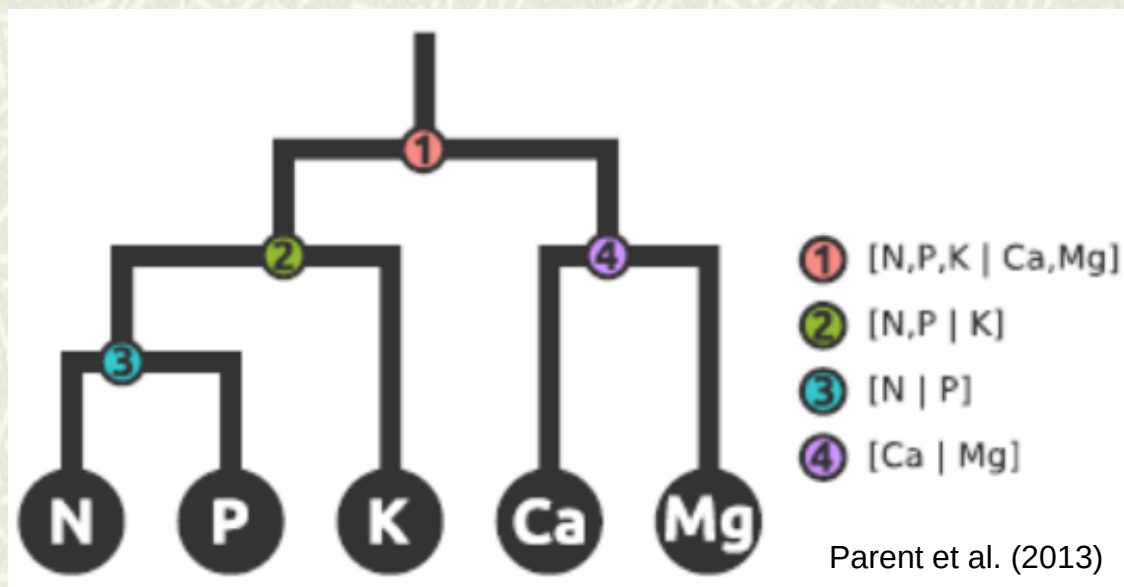
A **análise de solo** é uma ferramenta consagrada na agricultura, porém, para a maioria das frutíferas, além de conhecer a fertilidade do solo, há necessidade de se realizar a **análise foliar**, em virtude da perenidade, visto que esse grupo de plantas adquire certa estabilidade nutricional na fase adulta. (MARSCHNER, 1995)



Em função dessa estabilidade, a diagnose foliar nas frutíferas permite ajustes nos programas de adubação em tempo de não comprometer a safra do pomar no mesmo ano.



A máxima produção depende do **equilíbrio** entre os nutrientes na planta, caracterizado por **proporções** (**relações**) bem definidas entre esses elementos. Desse modo, nem sempre o teor absoluto do nutriente é suficiente para se obter altos rendimentos. Em muitos casos a deficiência relativa, ou seja, a proporcionalidade entre os vários elementos no tecido vegetal desempenha um papel mais importante.



Exemplo de experimento



DBC – 4N x 4K – com 3 repetições

Doses N= 0; 500; 1000 e 2000g N planta⁻¹ (Uréia)

K= 0; 550; 1100 e 2200g K₂O planta⁻¹ (KCl)

Cinco goiabeiras adultas/parcela (três úteis)

**Avaliações : Estado nutricional; fertilidade do solo;
produção; qualidade dos frutos;
3 ciclos de produção**

Tabela 2. Coordenadas *ilr* (relação log-isométrica) da composição foliar das goiabeiras



<i>ilr</i>	N	P	S	K	Ca	Mg	B	Cu	Zn	Mn	Fe	r	s	Balanços
Partição sequencial dos componentes ortogonais														
1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	7	4	1.595
2	1	1	1	1	1	1	-1	0	0	0	0	6	1	0.926
3	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	3	3	1.225
4	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0.816
5	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.707
6	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	0	0	1	2	0.816
7	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	1	0.707
8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	-1	2	2	1.000
9	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	1	1	0.707
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	1	0.707

r = números de sinais positivos; s = números de sinais negativos

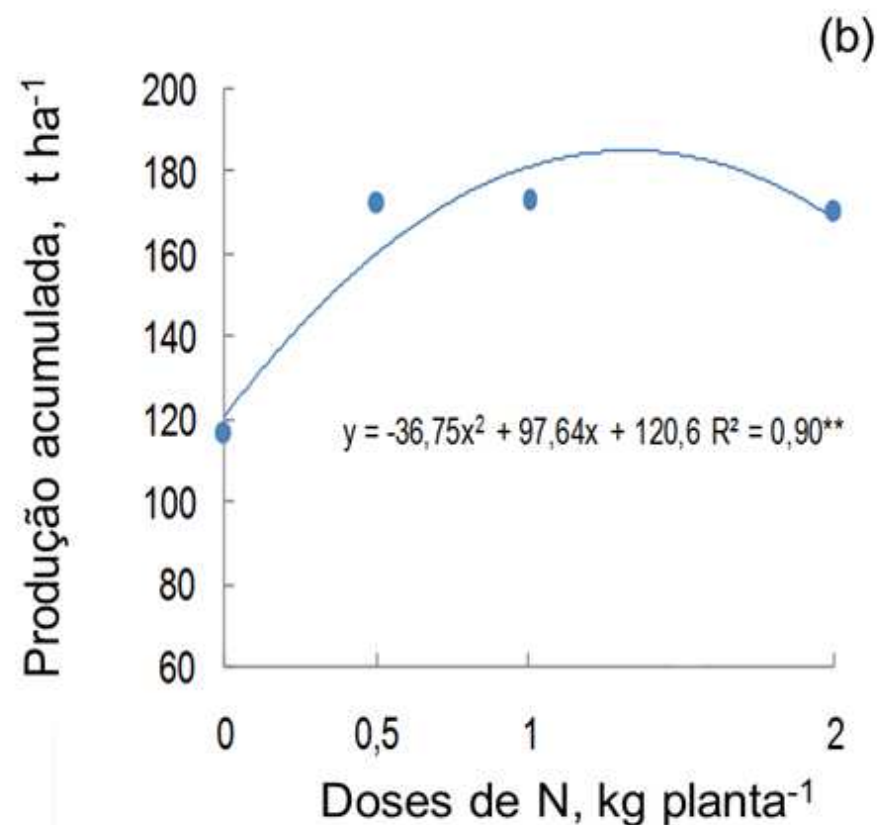
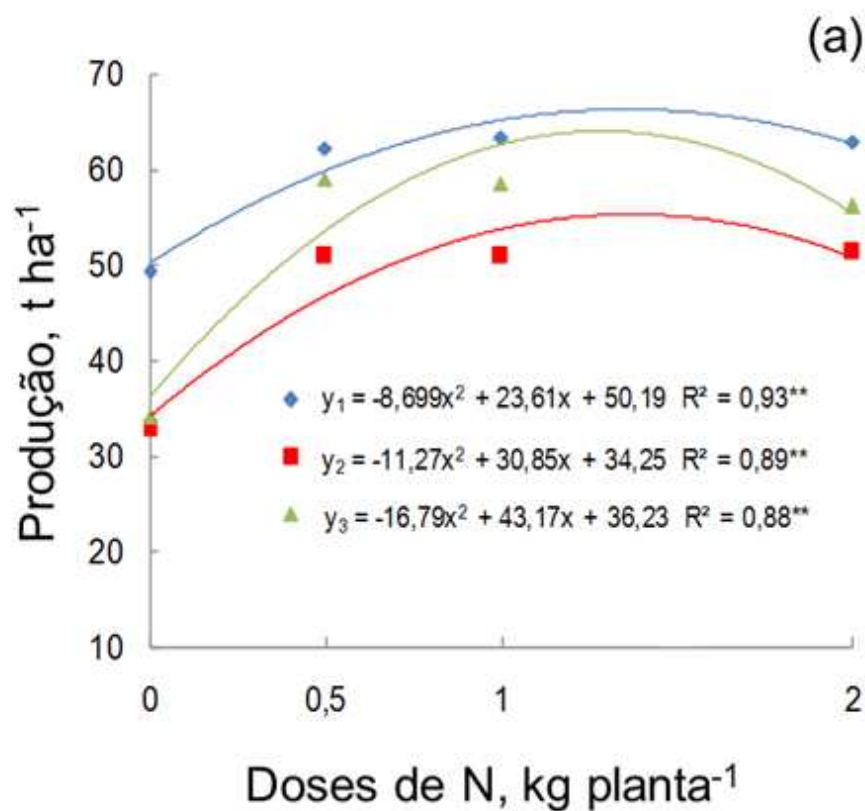


Figura 1. Efeitos da aplicação de doses de N sobre a produção de frutos por ciclo (a) e sobre a produção acumulada (b) em pomar de goiabeiras.

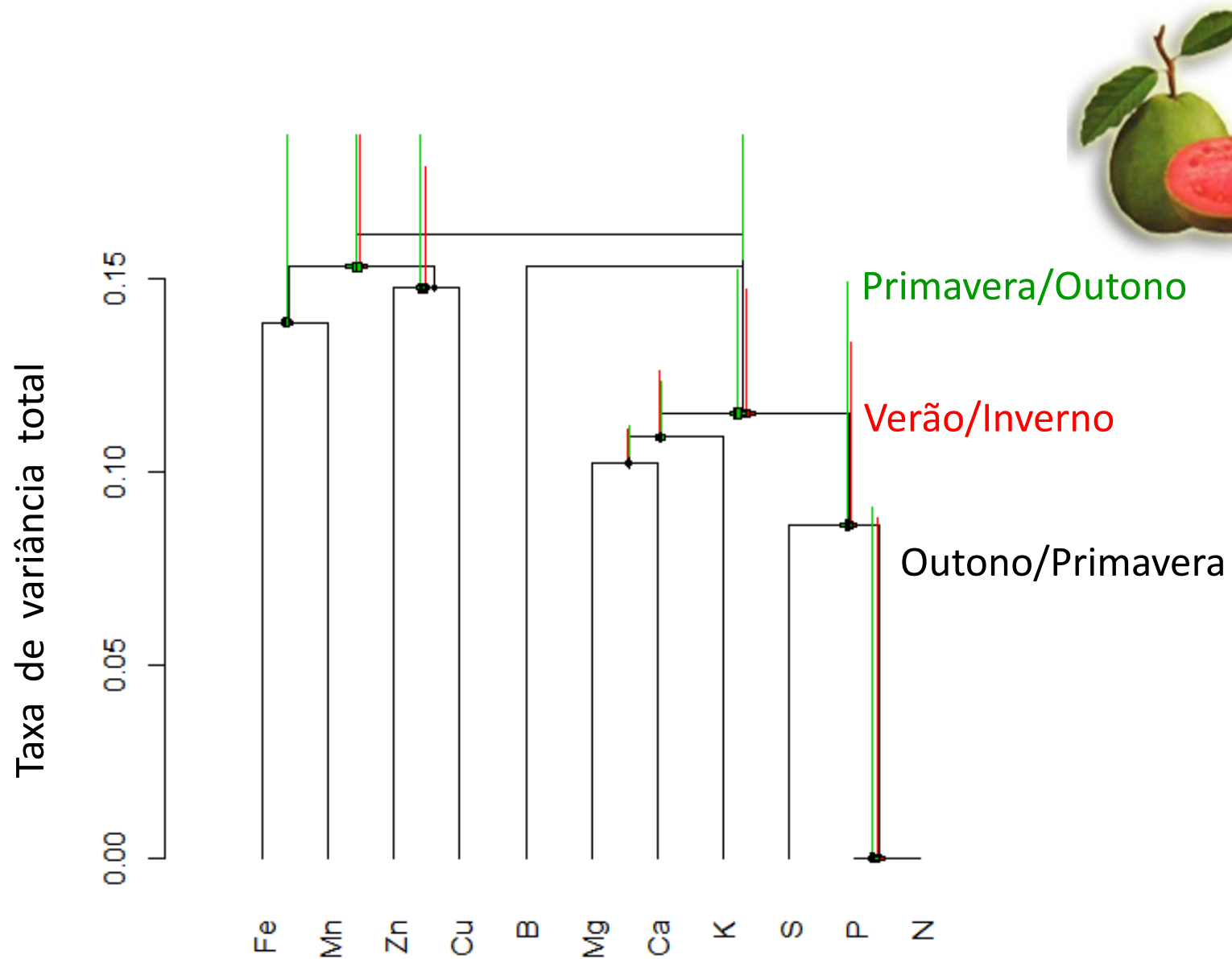


Figura 2. Dendrograma dos balanços de nutrientes, utilizando-se a partição sequencial.

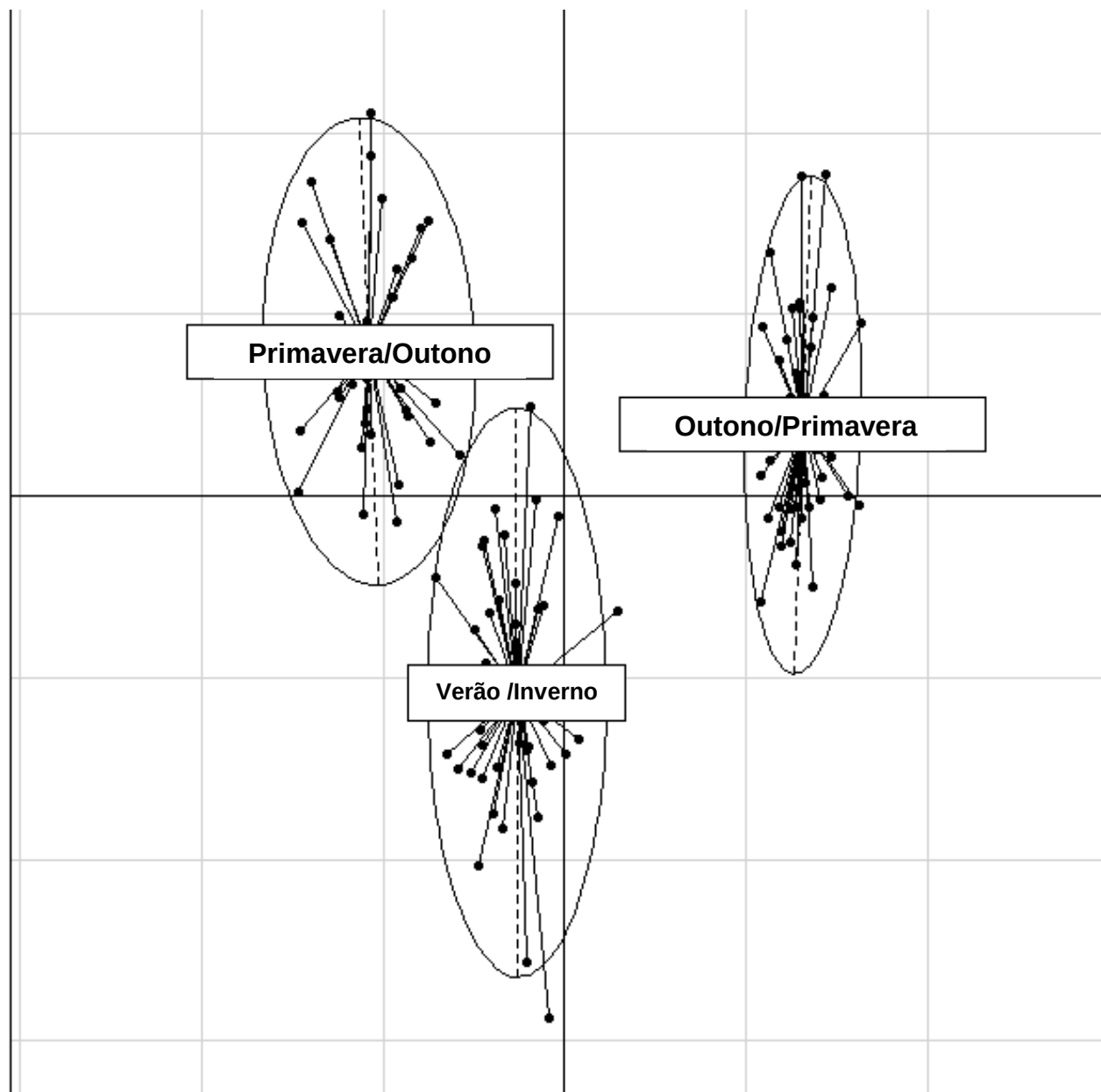
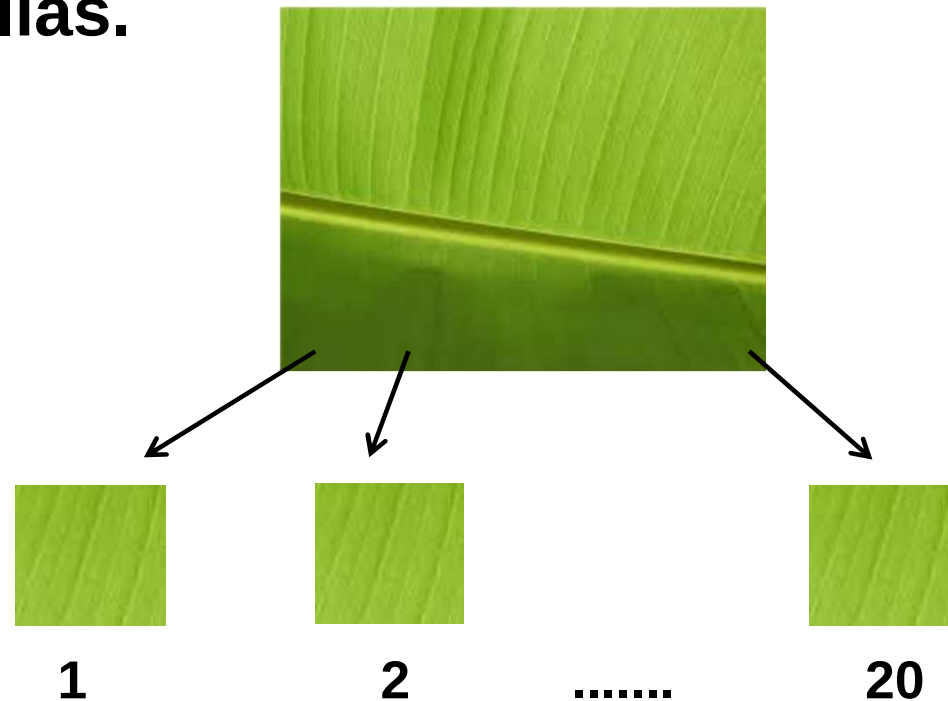


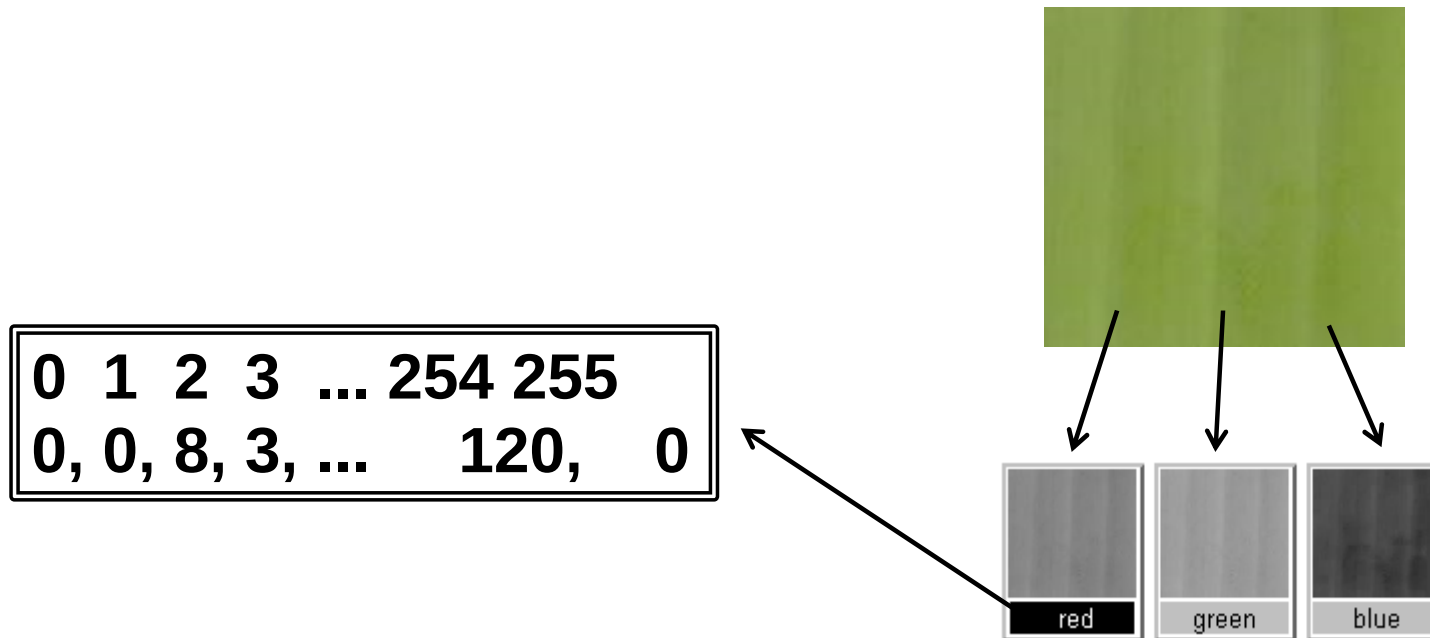
Figura 3. Análise discriminante dos nutrientes, por ciclo, na cultura da goiaba.

**Um outro critério para predição do estado nutricional
é a identificação de Deficiências Nutricionais
empregando-se Processamento Digital de Imagens.**

**Utilizando-se folhas com sintomas de carência,
treina-se o sistema computacional para identificar
essas anomalias.**



São estabelecidos padrões de identificação de carência dos nutrientes (cor e textura).



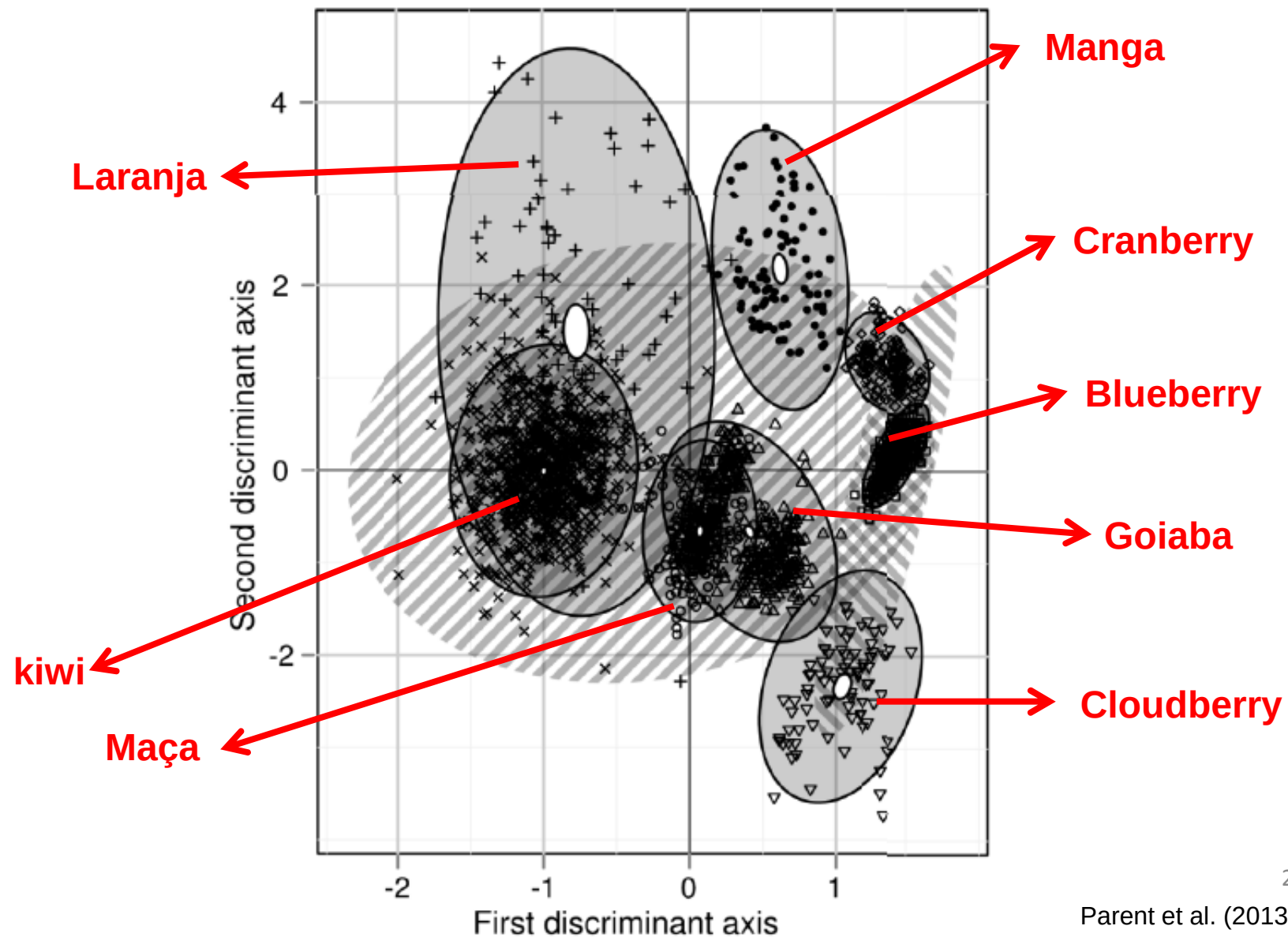
Com o conhecimento (de máquina) gerado, pode-se construir um Sistema Automático de identificação de deficiência de nutrientes, à ser instalado num dispositivo eletrônico de baixo custo, acessível aos produtores (celular com câmera)

Dada uma imagem de entrada, o sistema classificará automaticamente a deficiência:

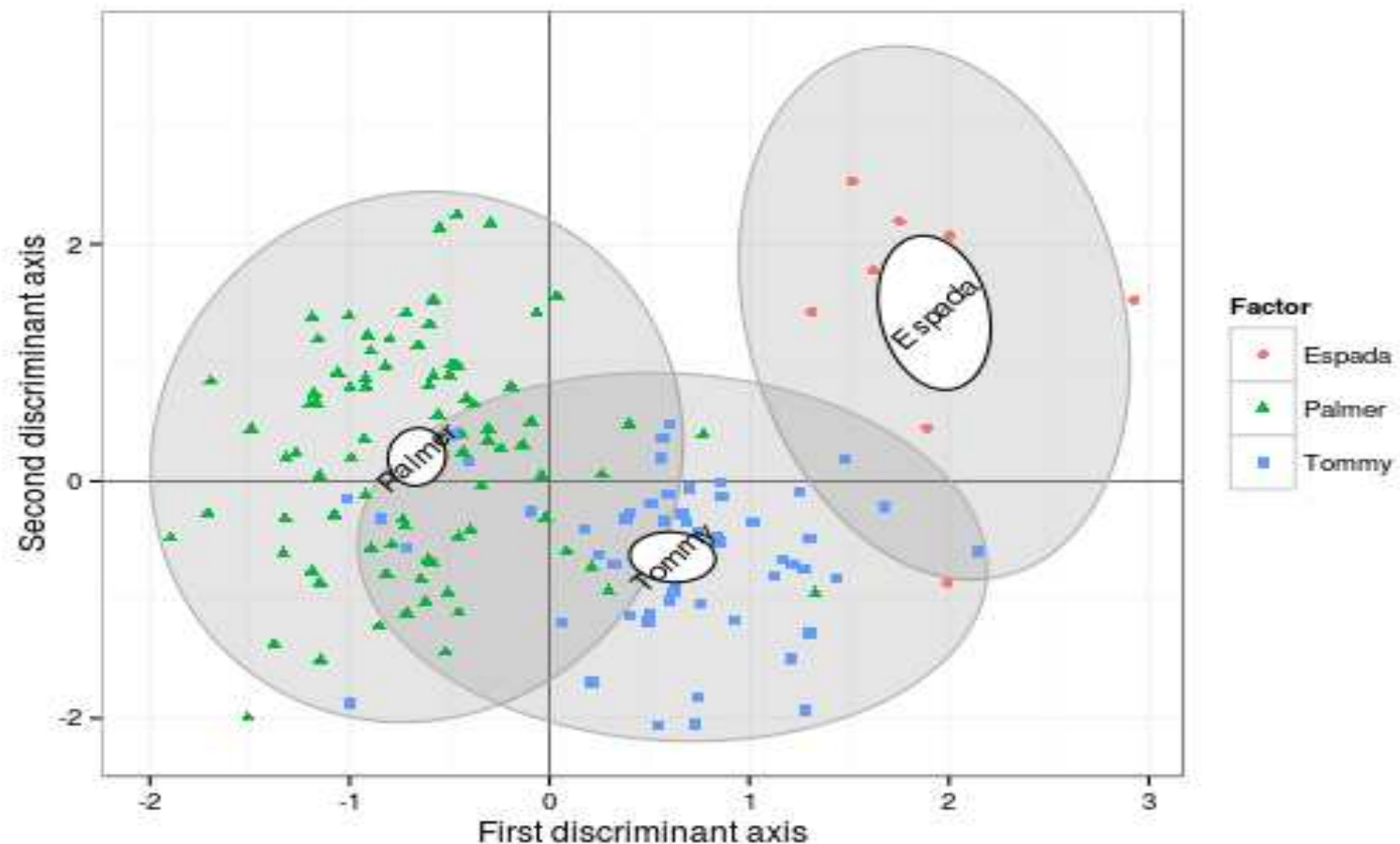


Cálcio

Discriminação/Assinatura do teor de nutrientes em oito espécies frutíferas.



A relação entre variedades de uma mesma cultura
nem sempre deve ser considerada igual



Análise discriminante de nutrientes por **variedade** de manga

Diagnóstico da Composição Nutricional - CND

- ✓ Diagnóstico nutricional (início do século XX): análise química individual dos elementos.
- ✓ **Há limitação de uso, devido às numerosas interações no tecido vegetal.**
- ✓ CND usa a transformação logarítmica dos dados, o que permite um diagnóstico multnutriente, ou seja, incluindo todos os elementos ao mesmo tempo.
- ✓ **Cada nutriente é observado em relação à média geométrica de todos os outros elementos.**
- ✓ O CND usa um único desvio-padrão.
- ✓ **Permite o acesso às modernas ferramentas computacionais: análise multivariada/composicional.**

Levantamento do Estado Nutricional de Pomares de Manga e Goiaba

- Realizaram-se análises químicas de solo e folhas.
- Safras de 2009/10 e 2010/11.

Manga (n = 178) e Goiaba (n = 205).

- Avaliação da Produção.
- Aplicou-se o método CND aos dados.
- Elaborou-se os *softwares*
- Apresentação a seguir:

SOFTWARE – CND-GOIABA

Tela de abertura/apresentação do *software CND-Goiaba*

CND-Goiaba - versão 1.0



1º

2º

IN	IP	IK	ICa
IMg	IS	IB	ICu
IFe	IMn	IZn	CND-r ²

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

FICHA DE REGISTRO

CND



Abrir	N	P	K	Ca	Mg	S
	21,5	1,6	15,5	9	3,7	3
Novo	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	22,5	30	75	60	30	
Info						Alterar



IN: 0,58	IP: -0,39	IK: -0,40	ICa: -0,02
IMg: 2,41	IS: 0,58	IB: -1,28	ICu: -0,36
IFe: 0,28	IMn: -0,58	IZn: 1,80	CND-r²: 12,22



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA



FICHA DE REGISTRO

Informações pessoais

Proprietário: Fulano da Tal
 Propriedade: Sítio Bom Jesus
 Endereço: Rua: 32 - Bairro: Colina
 Cidade: Vista Alegre do Alto/SP - CEP: 15920-000
 Telefone: (016) 3287-1252 Ramal: 21 E-mail: sbj@yahoo.com.br

Forma de amostragem

Terceiro par de folhas recém-maduros, no auge de floração, sendo coletados 20 pares de folhas no talhão irrigado (quatro pares em cada árvore, nos quadrantes da planta), na altura mediana das golfeleiras

Análise química foliar

N: 21,5 g.kg⁻¹ P: 1,6 g.kg⁻¹ K: 15,5 g.kg⁻¹ Ca: 9 g.kg⁻¹ Mg: 3,7 g.kg⁻¹ S: 3 g.kg⁻¹
 B: 22,5 mg.kg⁻¹ Cu: 30 mg.kg⁻¹ Fe: 75 mg.kg⁻¹ Mn: 60 mg.kg⁻¹ Zn: 30 mg.kg⁻¹

Índices

IN: 0,58 IP: -0,39 IK: -0,40
 ICa: -0,02 IMg: 2,41 IS: 0,58
 IB: -1,28 ICu: -0,36 IFe: 0,28
 IMn: -0,58 IZn: 1,80

CND

Compositional Nutrient Diagnosis
 Diagnóstico da Composição Nutricional

CND-P: 12,22



Registro, 16 de novembro de 2017

Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane
 Engenheiro Agrônomo
 CREA-SP Nº 50609078 - ARTNº 0022011

SOFTWARE – CND-MANGA

Tela de abertura/apresentação do *software CND-Manga*

CND-Manga - versão 1.0



IN	IP	IK	ICa
IMg	IS	IB	ICu
IFe	IMn	IZn	CND-r ²

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ✓

FICHA DE REGISTRO ✓

CND

Abrir Novo Info	N	P	K	Ca	Mg	S	Calcular Alterar
	12	0,8	5	20	2,5	0,8	
	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
	50	10	50	50	20		

IN: 1,56	IP: 0,48	IK: -1,56	ICa: 1,35
IMg: 3,10	IS: -1,51	IB: 3,58	ICu: -0,43
IFe: 0,24	IMn: -5,69	IZn: 0,88	CND-r ² : 65,02



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA



FICHA DE REGISTRO



Informações pessoais

Proprietário: Fulano da Tal
Propriedade: St. Santa Rita
Endereço: 15 de Novembro - Bairro: Centro
Cidade: Fernando Prestes/SP - CEP: 15870-000
Telefone: (016) 3252-1235 Ramal: 22 E-mail: str@hotmail.com

Forma de amostragem

Folhas no meio do último fluxo de vegetação, no terço médio da planta, no início do pleno florescimento; talhões não irrigados 30 plantas por talhão.

Análise química foliar

N: 12 g.kg⁻¹ P: 0,8 g.kg⁻¹ K: 5 g.kg⁻¹ Ca: 20 g.kg⁻¹ Mg: 2,5 g.kg⁻¹ S: 0,8 g.kg⁻¹
B: 50 mg.kg⁻¹ Cu: 10 mg.kg⁻¹ Fe: 50 mg.kg⁻¹ Mn: 50 mg.kg⁻¹ Zn: 20 mg.kg⁻¹

Índices

IN: 1,56 IP: 0,48 IK: -1,56
ICa: 1,35 IMg: 3,10 IS: -1,51
IB: 3,58 ICu: -0,43 IFe: 0,24
IMn: -5,68 IZn: 0,88

CND

Compositional Nutrient Diagnosis
Diagnose da Composição Nutricional

CND-P: 65,02



Registro, 16 de novembro de 2011

Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane
Engenheiro Agrônomo
CREA-SP Nº 50609087 - ARTNº 0032011

SOFTWARE – CND-GOIABA e CND-MANGA

ALTERNATIVA PARA ADEQUAR A ADUBAÇÃO



NA PRÁTICA

www.registro.unesp.br

Tela de abertura/apresentação do *software* CND-Goiaba



EM BREVE - CND Citros

CND-Citros - versão 1.0



Abrir

Novo

Info

N

P

K

Ca

Mg

S

Insira o valor de N em g.kg⁻¹

Mn

Zn

Calcular

Alterar

IN	IP	IK	ICa
IMg	IS	IB	ICu
IFe	IMn	IZn	CND-r ²

 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

 FICHA DE REGISTRO





Obrigado !!!

natale@fcav.unesp.br